

СТРУКТУРА, МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ ПОКРЫТИЙ СИСТЕМЫ "Ti-Ta" НА ПЛАСТИНАХ ИЗ СПЛАВА ВТ1-0

Руктуев А.А., Журавина Т.В., Самойленко В.В.

Руководитель – профессор, д.т.н. Батаев А.А.

НГТУ, г. Новосибирск

Alex47@211.ru

Титан и его сплавы с каждым годом приобретают все большую распространенность в качестве конструкционных материалов. Главными преимуществами титана являются высокая удельная прочность и высокая коррозионная стойкость в большом количестве сред. Однако, для некоторых производств, основанных на работе с особо агрессивными средами, коррозионной стойкости чистого титана становится недостаточно для долговременной и безопасной эксплуатации. Повысить коррозионную стойкость титана можно путем легирования его такими элементами как тантал, молибден, ниобий. Тантал проявляет большую стойкость к коррозионному разрушению, чем титан, однако его широкое применение ограничено высокой плотностью и высокой стоимостью.

В работе [1] отмечается, что легирование титана 5 % тантала приводит к повышению коррозионной стойкости до уровня технически чистого тантала. Создание покрытий системы «Ti-Ta» способствует снижению стоимости и металлоемкости конструкций. Вневакуумная электронно-лучевая обработка является перспективной технологией получения покрытий, ее основным преимуществом является высокая скоротечность процесса.

В этой связи целью работы является исследование влияния режимов вневакуумной электронно-лучевой обработки на структуру, механические свойства и коррозионную стойкость покрытий.

Наплавка проводилась на базе института ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН на ускорителе электронов ЭЛВ-6. На поверхность образцов размером 50x100x10 мм из технически чистого титана марки ВТ1-0 наносилась смесь порошков, состоящая из Ti, Ta, CaF₂, LiF. Порошки CaF₂ и LiF применялись в качестве флюса для минимизации взаимодействия расплавленного металла с воздушной атмосферой. Образцы с нанесенными порошками поступательно перемещались под электронным пучком со скоростью 10 м/мин. Электронный луч сканировал поверхность образца с частотой 50 Гц и амплитудой 25 мм перпендикулярно направлению движения образца. В результате вневакуумной электронно-лучевой обработки были сформированы покрытия с 4 %, 11 %, 17 % и 22,5 % тантала.

Для проведения испытаний на коррозионную стойкость наплавленный слой вырезался с поверхности основного материала. В качестве контрольного материала использовали титан ВТ1-0 (основной металл). Исследовалась коррозионная стойкость наплавленных слоев в двух типах растворов: 68 % растворе азотной кислоты в дистиллированной воде и 10 % водном растворе соляной кислоты. Перед испытанием образцы шлифовались на наждачной бумаге зернистостью 1000 Grit. Контроль размеров проводился на инструментальном микроскопе с точностью 0,001 мм, масса контролировалась с точностью 0,0001 г. Прочностные испытания проводились на универсальной электромеханической системе типа Instron 3369.

Металлографический анализ показал, что в результате оплавления электронным лучом, формируются высококачественные покрытия толщиной ~3 мм. Структура покрытий имеет мелкодисперсное пластинчатое строение, предположительно представляющие собой $\alpha'(\alpha'')+\beta$ фазы. На фоне дисперсных пластинок выделяются границы бывших β зерен, размеры таких зерен достигают нескольких миллиметров (рис. 1).

Прочностные испытания показали, что предел прочности материала с минимальным содержанием тантала (4 %) составляет 580 МПа, что в 2 раза выше прочности титана марки ВТ1-0 и в 1,4 раза выше прочности тантала. Наибольшие значения предела прочности (735 МПа) зафиксированы у образцов, содержащих 22,5% тантала. Показатели прочности этого материала в 2,6 раза превышают прочность титана и 1,8 раза прочность тантала. Увеличение прочностных характеристик материала покрытия сопровождается одновременным снижением его пластичности. Даже слабое легирование титана танталом снижает показатели относительного удлинения с 16 % до 4 %

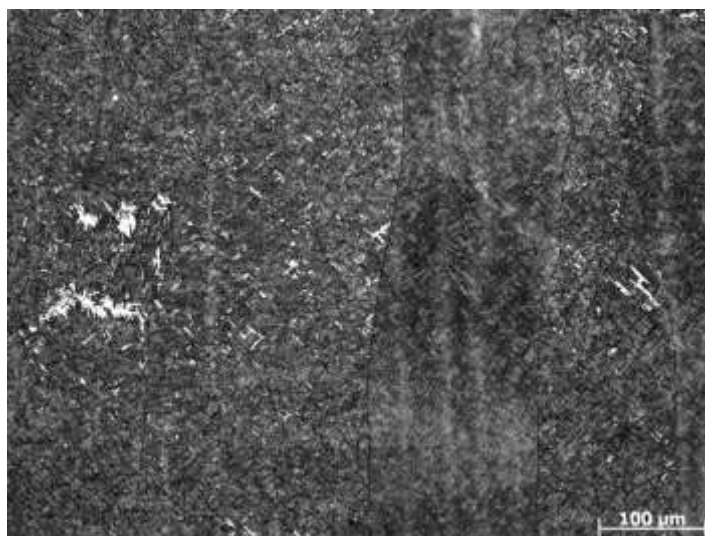


Рисунок 1 - Структура покрытия с содержанием тантала 22,4 %

Коррозионная стойкость покрытий в сравнении с танталом и титаном марки BT1-0 приводится в таблице.

Скорость коррозии титана, тантала и легированных танталом поверхностных слоев в 68 %-ном кипящем растворе азотной кислоты (при 120 °С) и 10 %-ном кипящем растворе соляной кислоты (при 103 °С)

Исследуемый материал	Раствор 68 % HNO ₃ Скорость коррозии мм/год	Раствор 10 % HCl Скорость коррозии мм/год
Титан BT1-0	0,570	95,875
Тантал	0,001	-0,726
Наплавленный слой 4 % Ta	0,036	179,856
Наплавленный слой 11% Ta	0,0066	131,522
Наплавленный слой 17,0 % Ta	0,012	107,768
Наплавленный слой 22,5 % Ta	0,003	61,703

Рост коррозионной стойкости наплавленных слоев с повышением содержания тантала объясняется склонностью к образованию защитной пленки Ta_2O_5 , являющейся более стойкой по сравнению с оксидными пленками на основе титана (TiO_2 , Ti_2O_3 , TiO).

Выводы:

1. Легирование титана 4 % (вес.) тантала приводит к снижению скорости коррозии материала в 68 %-ном кипящем растворе азотной кислоты в 15,8 раз. Скорость коррозии материала поверхностного слоя, содержащего 22,5 % Ta, в 190 раз меньше по сравнению с технически чистым титаном BT1-0.

2. Для увеличения коррозионной стойкости покрытий в кипящем растворе соляной кислоты необходимо ввести в наплавленный слой 22,5 % (вес.) Ta и более.

Литература:

1. Титановые сплавы. Металлография титановых сплавов. Металлургия, -М: 1980, 464 с.